

МЕЖІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРОКАТНИХ ПРОФІЛІВ У ЦЕНТРАЛЬНО СТИСНУТИХ КОЛОНАХ

*Пашинський В.А., д.т.н., професор, Василенко А.В., Ярошук І.К., магістранти
Центральноукраїнський національний технічний університет
м. Кіровоградський*

Центрально стиснуті колони часто виконуються у вигляді суцільних та двогілкових наскрізних перерізів на планках, які зображені на рисунку 1 за даними [1]. Нижче розглядаються перерізи таких типів та розмірів:

- а) прокатні двотаври колонного типу за ГОСТ 26020-83 – до 40К5;
- б) квадратні труби (гнуті замкнуті профілі) за ДСТУ Б В.2.6-8-95 – до 300×14;
- в) наскрізний переріз із двох швелерів за ГОСТ 8240-97 на планках – до 40У;
- г) наскрізний переріз із двох двотаврів за ГОСТ 26020-83 – до 50Б1.

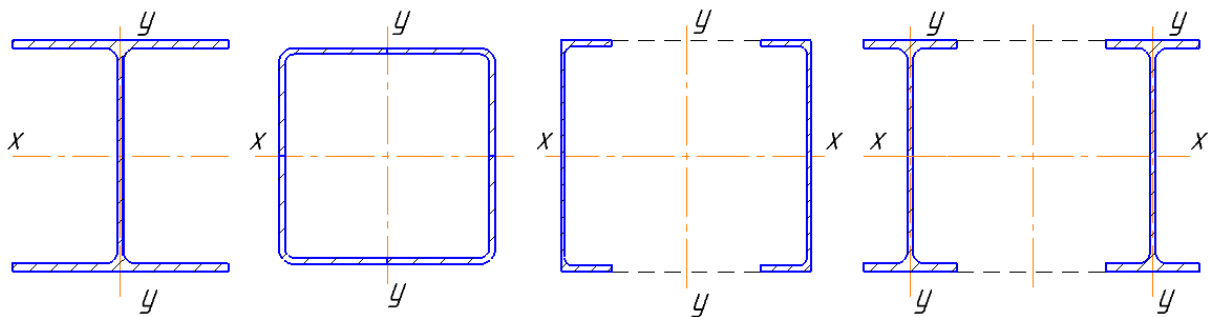


Рис. 1 Типи перерізів колон

Перерізи центрально стиснутих колон підбирають з сортаменту прокатних профілів згідно з вимогами ДБН В.2.6-163:2010 [2] до стійкості при стиску та граничної гнучкості. Обмеженість сортаментів прокату обумовлює повну неможливість використання прокатних колон обраного типу при надто великій довжині та великому навантаженні, або нераціональне використання сталі при малих навантаженнях і великій довжині.

У даній роботі за результатами виконаних розрахунків виявлені області раціонального використання центрально стиснутих колон з прокатних профілів поширених типів. Згідно з рекомендаціями [1], несуча здатність колон з колонних двотаврів типу "К" визначалася відносно осі меншої жорсткості Y, а двогілкових наскрізних колон – відносно матеріальної осі X. Для цього в середовищі Microsoft Excel реалізована розрахункова процедура, яка базується на вимогах ДБН [2]. Розрахунок виконується в такому порядку:

1. Вводиться розрахунковий опір сталі R_y в кН/см^2 за [2], параметри формули для обчислення коефіцієнта стійкості при стиску з [2] та геометричні характеристики поперечного перерізу (площа перерізу A в см^2 і радіус інерції i в см).

- У кожен з наступних рядків розрахункового бланку вводяться значення розрахункової довжини колони L в сантиметрах, після чого у відповідних комірках цього рядка обчислюються значення гнучкості $\lambda = L/i$, умовної гнучкості $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{E/R_y}$ та коефіцієнт стійкості ϕ за формулою з ДБН [2].
- Встановлюється коефіцієнт використання несучої здатності стержня: $\alpha = 1$ при $\lambda < 120$; $\alpha = (180 - \lambda)/60$ при $120 < \lambda < 150$; $\alpha = 0,5$ при $\lambda > 150$.
- Визначається гранична гнучкість стержня за формулою $\lambda_{lim} = 180 - 60 \alpha$ (згідно з вказівками [2] при $\alpha < 0,5$ приймається $\alpha = 0,5$).
- Обчислюється несуча здатність колони за формулою $N = \alpha \phi A R_y$.

Кожен рядок розрахункового бланку відповідає певній розрахунковій довжині колони, а кількість рядків визначається обмеженням за граничною гнучкістю $\lambda_{lim} \leq 150$ для обраного профілю. Розрахунки виконані для чотирьох вказаних вище типів поперечних перерізів та трьох класів міцності сталі, які можуть використовуватися в прокатних колонах: С 235 з $R_y=23$ кН/см², С 235 з $R_y=23$ кН/см² та С 235 з $R_y=23$ кН/см². Для кожного типу перерізу розраховано декілька профілів, починаючи від найменшого, який доцільно використовувати в колонах, до вказаного вище найбільшого в сортаменті. За результатами розрахунків на рисунку 2 збудовані узагальнені графіки залежності несучої здатності колон різних поперечних перерізів від їх розрахункової довжини.

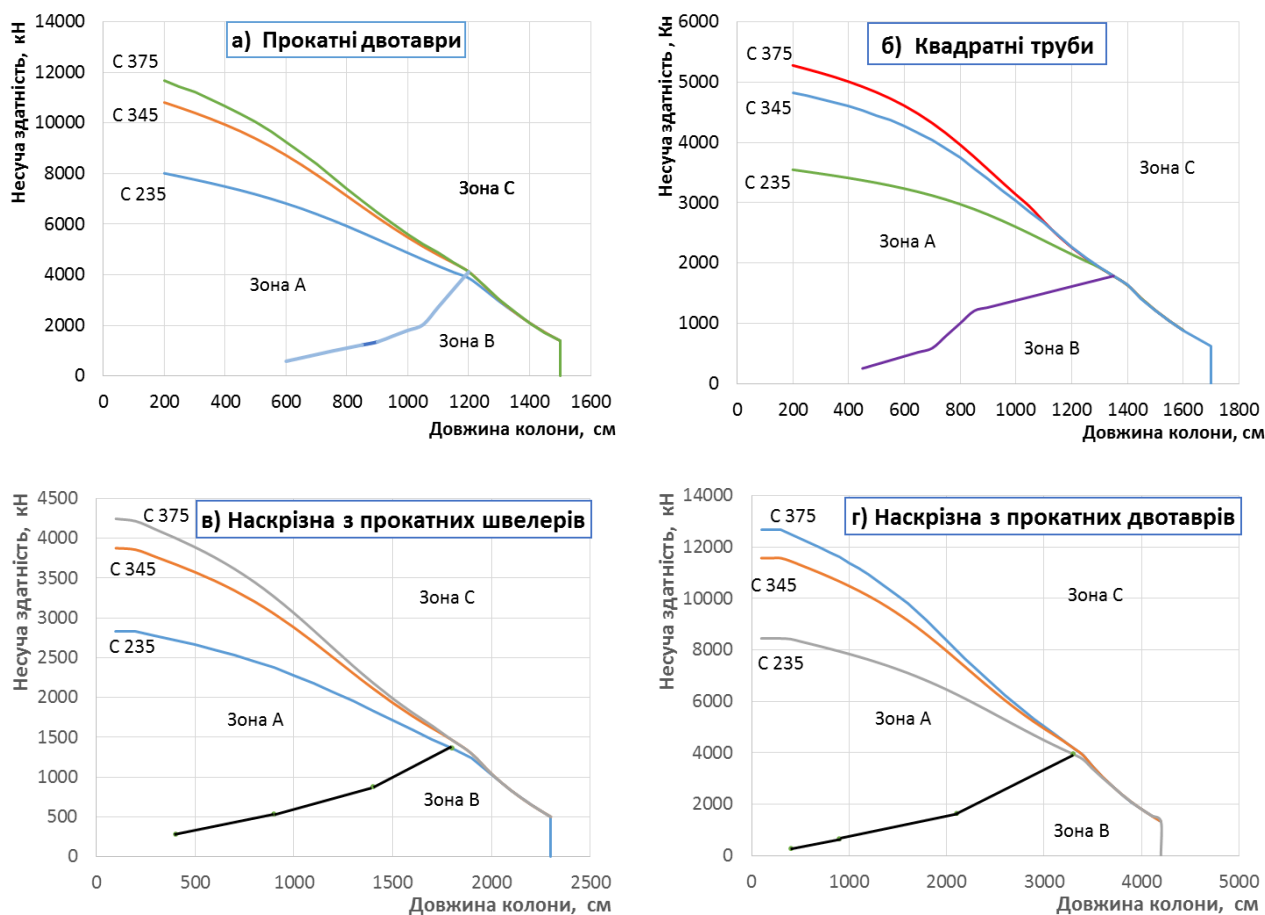


Рис. 2 Області раціонального використання прокатних профілів

На кожному з графіків виділені три зони використання прокатних профілів даного типу в центрально стиснутих колонах:

Зона А (між верхньою лінією для даного класу сталі та нижньою лінією, що відповідає гнучкості колон $\lambda = 120$) відображає область раціонального використання профілів даного типу. Ця зона охоплює співвідношення довжини колони та навантаження на неї, при яких у межах існуючого сортаменту поперечний переріз може бути підбраний з повним використанням несучої здатності при $\alpha \approx 1$.

Зона В відображає область нераціонального використання прокатних профілів та відповідає гнучкості колон $120 < \lambda < 150$, при яких коефіцієнт використання несучої здатності приймає значення $\alpha < 1$ і тим самим обумовлює завищення площі поперечного перерізу. Ліва межа цієї області проведена по точках, у яких для профілів різного перерізу $\lambda = 120$, а права межа (вертикальна лінія) відповідає гнучкості $\lambda = 150$ для колони з найбільшого профілю.

Зона С (вище верхньої лінії для даного класу сталі та правіше її кінця) обмежується несучою здатністю найбільшого профілю і відображає область неможливого використання прокатних профілів даного типу з обраної сталі. Для цих комбінацій довжини та навантаження підібрати переріз даного типу неможливо унаслідок обмежень несучої здатності або граничної гнучкості.

Форма виділених зон однакова для усіх типів перерізу та класів міцності сталі, але величини несучої здатності та допустимої за умовою гнучкості висоти колон сильно залежать від типу перерізу. Якщо несуча здатність колон з квадратних труб не перевищує 5500 кН, то наскрізна колона з двох прокатних двотаврів типу "Б" може працювати під навантаженнями до 12700 кН. Максимально можлива розрахункова довжина колони з прокатного двотавра типу "К" дорівнює 15 м, а наскрізна колона з двох прокатних двотаврів типу "Б" може працювати при висоті до 42 м. Підвищення класу сталі є ефективним лише при невеликих значеннях гнучкості ($\lambda < 90$ чи $\lambda < 120$). При зростанні розрахункової довжини та гнучкості криві, що обмежують зону С для різних сталей, зближуються і величини несучої здатності стають практично рівними. Цей ефект обумовлюється тим, що при великих гнучкостях втрата стійкості центрально стиснутих стержнів відбувається в пружній стадії роботи сталі, а несуча здатність стержня виражається формулою Ейлера, яка на враховує характеристики міцності сталі.

Користуючись наведеними графіками, можна встановити можливість та доцільність використання прокатних профілів чотирьох розглянутих типів в центрально стиснутих колонах. Наприклад, колону з розрахунковою довжиною 6 м під навантаження 8000 кН можна запроектувати з колонного двотавра зв сталі С 345 або наскрізною з двох балкових двотаврів зі сталі С 235. Перерізи з квадратних труб та з двох прокатних швелерів у цьому випадку використати неможливо. При розрахунковій довжині 10 м колону з квадратної труби можна підібрати з повним використанням несучої здатності під навантаження від 1400 кН до 3100 кН. При навантаженнях, більших за 3100 кН використання квадратних труб неможливе, а при менших за 1400 кН – неефективне.

Отримані результати охоплюють широкий діапазон конструктивних параметрів центрально стиснутих колон і дозволяють за відомими значеннями розрахункової довжини та навантаження вибрати тип перерізу центрально стиснутої колони та раціональний клас міцності сталі.

Література:

1. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: / За ред. Ф.Є. Клименка: Підручник. – 2-ге видання, випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
2. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. К., 2010.